

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Februar 2002 (14.02.2002)

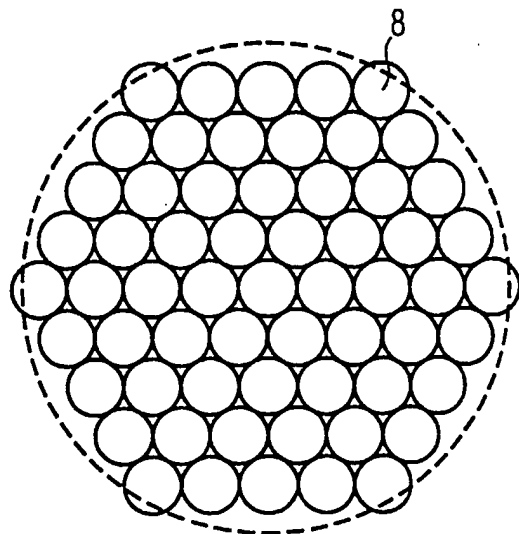
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/13231 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L** 93053 Regensburg (DE). **KROMOTIS, Patrick** [DE/DE]; Leonrodstrasse 17, 80634 München (DE). **MARCHL, Werner** [DE/DE]; Krokusweg 1, 93092 Barbing (DE). **SPÄTH, Werner** [DE/DE]; Burgstallerstrasse 10, 83607 Holzkirchen (DE). **WAITL, Günter** [DE/DE]; Praschweg 3, 93049 Regensburg (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/02874**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. Juli 2001 (30.07.2001)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
100 38 213.4 4. August 2000 (04.08.2000) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von **US**): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG** [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für **US**): **BOGNER, Georg** [DE/DE]; Am Sandbügel 12, 93138 Lappersdorf (DE). **GRAMANN, Wolfgang** [DE/DE]; Josef-Bayer-Weg 1,
- (74) Anwalt: **EPPING HERMANN & FISCHER**; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **CA, CN, JP, KR, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR**).
- Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: **RADIATION SOURCE AND METHOD FOR PRODUCING A LENS MOULD**

(54) Bezeichnung: **STRAHLUNGSQUELLE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER LINSENFORM**



(57) Abstract: The invention relates to a radiation source, which has an assembly of semiconductor chips that are positioned beneath a field of micro-lenses (8) arranged in a hexagonal lattice structure. The radiation source is characterised by a high radiation output and a high radiation density.

(57) Zusammenfassung: Eine Strahlungsquelle weist ein Feld von Halbleiterchips auf, die unter einem Feld von in einer hexagonalen Gitterstruktur angeordneten Mikrolinsen (8) angeordnet sind. Die Strahlungsquelle zeichnet sich durch hohe Strahlungsleistung und Strahldichte aus.

WO 02/13231 A2

Beschreibung

Strahlungsquelle und Verfahren zur Herstellung einer Linsenform

5

Die Erfindung betrifft eine Strahlungsquelle mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Strahlung emittierenden Halbleiterchips.

- 10 Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer zur Fertigung eines Feldes von Mikrolinsen geeigneten Linsenform.

Strahlungsquellen, wie beispielsweise Lumineszenzdiode, weisen im allgemeinen einen in einen transparenten Linsenkörper eingegossenen Halbleiterchip auf. Es ist auch bekannt, die Strahlungsleistung derartiger Strahlungsquellen durch das Vorsehen einer Vielzahl von Halbleiterchips zu steigern. Derartige Strahlungsquellen verfügen üblicherweise über eine Kondensoroptik, die aus einer Linse besteht. Die Strahldichte derartiger Strahlungsquellen ist allerdings häufig unbefriedigend, wenn es darauf ankommt, eine leuchtkräftige Strahlungsquelle mit geringer räumlicher Ausdehnung zu schaffen.

- 20
25 Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Strahlungsquelle hoher Strahldichte zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in Abstrahlrichtung vor den Halbleiterchips ein Feld von ein hexagonales Gitter bildenden Linsen angeordnet ist.

Durch die hexagonale Anordnung der Linsen läßt sich eine hohe Flächendichte der zugeordneten Halbleiterchips erzielen. Dementsprechend hoch ist die Strahldichte der Strahlungsquelle. Da die Linsen üblicherweise von Sphärensegmenten gebildet werden, können für die Linsen Sphärensegmente mit großem Ra-

35

dien gewählt werden. Dadurch kann die Strahlung emittierende aktive Schicht der Halbleiterchips zum großen Teil innerhalb der der jeweiligen Sphäre zugeordneten Weierstrass'schen Kugel angeordnet werden. Dadurch ergibt sich eine hohe Strahlungsausbeute bezüglich der einzelnen Halbleiterchips.

Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein rationelles Verfahren zur Herstellung einer zur Fertigung eines Feldes von Linsen geeigneten Linsenform zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Linsenform an einer von einer hexagonalen Fassung gehaltenen Schar von Kugeln abgeformt wird.

Durch die hexagonale Fassung wird die Schar von Kugeln gewissermaßen von selbst in eine hexagonale Gitterstruktur gebracht, wenn die Kugeln dicht an dicht liegen. Es genügt daher dafür zu sorgen, daß die Fassung vollständig mit den abzuformenden Kugeln gefüllt ist.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Nachfolgend wird die Erfindung im einzelnen anhand der beigefügten Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Aufsicht auf eine mit Halbleiterchips bestückte und bereits gebondete Leiterplatte für die Strahlungsquelle gemäß der Erfindung;

Figur 2 eine vergrößerte Querschnittansicht der Leiterplatte aus Figur 1;

Figur 3 eine Aufsicht auf ein Feld von Linsen;

- Figur 4 einen Querschnitt durch eine zur Herstellung einer für die Fertigung eines Mikrolinsenfeldes verwendbaren Abgußform;
- 5 Figur 5 ein Aufsicht auf die Abgußform aus Figur 4;
- Figur 6 einen Querschnitt durch eine weitere für die Fertigung der Abgußform verwendete Vorrichtung;
- 10 Figur 7 einen Querschnitt durch die zur Herstellung des Mikrolinsenfeldes verwendete Gießvorrichtung; und
- Figur 8 ein Diagramm, das die Strahlungsleistung in Abhängigkeit vom Abstand zwischen der Oberkante des Halbleiterchips und der zugeordneten halbkugelförmigen Mikrolinse zeigt.
- 15
- Figur 1 zeigt eine Aufsicht auf eine Leiterplatte 1, die aus Al_2O_3 oder Si hergestellt ist. Auf der Leiterplatte 1 sind Anschlußkontakte 2 ausgebildet, von denen Leiterbahnen 3 zu Kontaktstellen 4 führen, an denen Bonddrähte 5 angebracht sind, die unter anderem zu Chipkontaktflächen 6 führen. Auf den Chipkontaktflächen 6 sind Halbleiterchips 7 angebracht und jeweils zeilenweise in Reihe gebondet.
- 20
- 25 In Figur 2 ist ein vergrößerter Ausschnitt aus einem Querschnitt durch die mit Mikrolinsen 8 versehene Leiterplatte 1 dargestellt. Man erkennt, daß die Halbleiterchips 7 mit einer Unterseite 9 jeweils an den Chipkontaktflächen 6 angebracht sind. Auf einer Oberseite 10 der Halbleiterchips 7 sind jeweils die Bonddrähte 5 angebracht, die zu einer benachbarten Chipkontaktfläche 6 oder einer der Kontaktstellen 4 führen.
- 30
- Die Mikrolinsen 8 sind Halbkugeln mit einem Radius R. Der geometrische Mittelpunkt der Mikrolinsen 8 befindet sich in einem Abstand Δx von der Oberseite der Halbleiterchips 7. Der Abstand Δx ist so gewählt, daß sich jeweils die Strahlung
- 35

emittierende aktive Schicht der Halbleiterchips 7 wenigstens zur Hälfte innerhalb der Weierstrass'schen Kugel mit Radius R/n befindet, wobei n der Brechungsindex des für die Mikrolinse 8 verwendeten Materials ist. Die Zentren der Weierstrass'schen Kugeln decken sich mit den Zentren der Mikrolin-
5 sen 8. Innerhalb der Weierstrass'schen Kugel erzeugte Strahlung kann die Mikrolinse 8 verlassen. Es ist daher von Vorteil, wenn jeweils ein möglichst großer Teil der aktiven Schichten der Halbleiterchips 7 innerhalb der Weier-
10 strass'schen Kugel zu liegen kommt. Es besteht daher ein Interesse daran, den Radius der Mikrolinsen 8 möglichst groß zu wählen. Dem steht entgegen, daß dann auch der Abstand zwischen den Halbleiterchips 7 entsprechend groß gewählt werden muß. Ein großer Abstand zwischen den Halbleiterchips 7 hat
15 jedoch eine geringe Strahldichte zur Folge. Man ist daher bestrebt, den Abstand zwischen den Mikrolinsen 8 so gering wie möglich zu halten. Die in Figur 3 dargestellte Anordnung der Mikrolinsen 8 in einer hexagonalen Gitterstruktur ist die dichteste mögliche Anordnung der Mikrolinsen 8 und ermög-
20 licht, eine hohe Strahlungsleistung bei gleichzeitig großer Strahldichte zu erzielen.

Die Mikrolinsen 8 werden zweckmäßigerweise aus Kunstharz gegossen. Das Herstellungsverfahren wird wie folgt durchgeführt:
25

Zunächst wird eine erste Formplatte 11 hergestellt, die, wie in Figur 4 gezeigt, einen zentralen Dorn 12 mit einem in Figur 5 erkennbaren hexagonalen Querschnitt aufweist. Der Dorn
30 12 ist auf einem Sockel 13 angeordnet. In der Nähe des Sockels 13 befinden sich Paßstifte 14. Auf der ersten Formplatte 11 ist ferner ein Halterahmen 15 angebracht, der auf seiner Innenseite Vertiefungen 16 aufweist. Der vom Halterahmen 15 begrenzte Innenraum wird mit Silikon gefüllt. Dabei bildet
35 sich ein Silikonrahmen 17, der in seinem Zentrum eine im Querschnitt hexagonale Öffnung aufweist. Der Silikonrahmen 17 greift in die Vertiefungen 16 ein und kann daher auf einfache

5

Weise zusammen mit dem Halterahmen 15 an einer in Figur 6 dargestellten zweiten Formplatte 19 angebracht werden. Die auch hier vorhandenen Paßstifte 14 dienen der Ausrichtung des Halterahmens 15 und des Silikonrahmens 17 auf der zweiten
5 Formplatte 19. Dadurch kommt der Silikonrahmen 17 so auf der zweiten Formplatte 19 zu liegen, daß die Öffnung 18 des Silikonrahmens 17 mit einer Fassung 20 in der zweiten Formplatte 19 fluchtet. Die Fassung 20 nimmt mit ihren Seitenstegen 21 den Raum des Sockels 13 der ersten Formplatte 11 ein. Sie
10 weist ferner ebenfalls einen hexagonalen Querschnitt auf. In die Fassung 20 werden Kügelchen 22 dicht liegend eingebracht. Die Kügelchen 22 weisen einen Radius auf, der im wesentlichen dem Radius der herzustellenden Mikrolinsen 8 entspricht. Da die Fassung 20 einen hexagonalen Querschnitt aufweist, und da
15 die Kügelchen 22 dicht liegen, sind die Kügelchen 22 entsprechend einer hexagonalen Gitterstruktur angeordnet.

Anschließend wird die Öffnung 18 mit Silikon gefüllt. Es ergibt sich somit die in Figur 7 dargestellte, in einer Gießvorrichtung 23 dargestellte Mikrolinsenform 24. Die Gießvorrichtung 23 weist einen Saugstutzen 25 auf, auf dem eine Grundplatte 26 angebracht ist, die die Leiterplatte 1 hält. Zu diesem Zweck ist eine zentrale Saugöffnung 27 vorgesehen, die zur Leiterplatte 1 führt. Oberhalb der Grundplatte 26 be-
20 findet sich der Halterahmen 15 mit der Mikrolinsenform 24. Beide sind teilweise von einer Preßplatte 28 abgedeckt, die über eine nicht dargestellte Schraubverbindung mit der Grundplatte 26 verbunden ist und den sicheren Sitz der Mikrolinsenform 24 auf der Grundplatte 26 gewährleistet.

30 Die Paßstifte 14 haben in der Mikrolinsenform 24 Durchführungen 29 hinterlassen, die dazu dienen, das Kunstharz in den Hohlraum der Mikrolinsenform 24 oberhalb der Leiterplatte 1 einzubringen.

35

Es sei angemerkt, daß die Leiterplatte 1 unter der Mikrolinsenform 24 selbstverständlich bereits mit den Halbleiterchips 3 versehen und fertig gebondet ist.

- 5 Abschließend wird durch die Durchführungen Gießharz eingefüllt. Dadurch wird der Raum zwischen der Mikrolinsenform 24 und der Leiterbahn 3 gefüllt und die Mikrolinsen 8 geformt.

10 In Figur 8 schließlich ist ein Diagramm dargestellt, in dem die Strahlungsleistung Φ in einen Raumwinkel mit einem halben Öffnungswinkel von 60° , also einem Öffnungswinkel von 120° in Abhängigkeit vom Abstand Δx dargestellt ist.

Figur 8 enthält das Ergebnis von Rechnungen. Die Rechnungen
15 wurden mit einem Halbleiterchip 7 mit der Grundfläche $200\text{ }\mu\text{m} \times 200\text{ }\mu\text{m}$ und einer Höhe von $250\text{ }\mu\text{m}$ durchgeführt. Es wurde angenommen, daß der Halbleiterchip 70 % seiner Strahlungsleistung aus der Oberseite 10 emittiert. Weitere 30 % sollen aus den Seitenflächen des Halbleiterchips 7 austreten. Als Spektrum wurde das Spektrum eines Schwarzkörpers bei 2000 K ange-
20 nommen. Die Rechnungen wurden für zwei Arten von Gießharz durchgeführt, in denen der Halbleiterchip 7 eingebettet ist. Einmal für ein Gießharz mit einem Brechungsindex von $n = 1,55$, und ein weiteres Gießharz mit einem Brechungsindex
25 von $n = 1,87$. Die berechneten Kurven 30, 31 und 33 geben jeweils die Ergebnisse für Mikrolinsen 8 mit den Radien $250\text{ }\mu\text{m}$, $300\text{ }\mu\text{m}$ und $350\text{ }\mu\text{m}$ bei einem Brechungsindex von $n = 1,55$ wieder. Die Kurven 33, 34 und 35 geben die Ergebnisse für Mikrolinsen 8 mit den Radien $250\text{ }\mu\text{m}$, $300\text{ }\mu\text{m}$ und $350\text{ }\mu\text{m}$ bei einem
30 Brechungsindex von $n = 1,78$ des Gießharzes wieder. Eine Linie 36 veranschaulicht schließlich die zu erwartenden Ergebnisse ohne Mikrolinse 8.

Die Durchmesser der Mikrolinse 8 betrugen $500\text{ }\mu\text{m}$, $600\text{ }\mu\text{m}$ und
35 $700\text{ }\mu\text{m}$. Anhand von Figur 8 wird deutlich, daß die Strahlungsleistung in dem erfaßten Raumwinkel bei einem Abstand Δx von $0,1\text{ mm}$ die größten Werte annimmt. Dort ist die Strahlungslei-

7

stung in etwa doppelt so groß wie ohne Mikrolinsen 8. Bei diesem Abstand liegt auch ein Großteil der aktiven Schicht des Halbleiterchips 7 innerhalb der Weierstrass'schen Kugel der Mikrolinsen 8.

5

Die Vorteile der hexagonalen Anordnung der Mikrolinsen 8 ergeben sich auch aus der folgenden Tabelle 1:

Tabelle 1:

10

Anordnung	quadratisch	hexagonal	hexagonal
Linsendurchmesser	600 μm	600 μm	700 μm
Fläche pro Einheitszelle	0,36 mm^2	0,312 mm^2	0,42 mm^2
Gesamte Strahlungsleistung in 70° Halbwinkel	0,4777 W	0,45919 W	0,48668 W
Strahlungsleistung pro Fläche	1,3269 W/mm^2	1,4718 W/mm^2	1,1588 W/mm^2

Anhand von Tabelle 1 wird deutlich, daß eine Vergrößerung des Radius der Mikrolinsen 8 nicht notwendigerweise zu einer Erhöhung der auf die Fläche bezogenen Strahlungsleistung führt. Denn aufgrund des größeren Radius der Mikrolinsen 8 wird zwar ein größerer Teil der aktiven Schicht der Halbleiterchips 7 innerhalb der Weierstrass'schen Kugel zu liegen kommen, aber dafür nimmt der Abstand der Halbleiterchips 7 zu, so daß die Leuchtdichte abnimmt.

20

Aus praktischen Gründen kann es trotzdem von Vorteil sein, wenn für die Mikrolinsen 8 ein Durchmesser von 700 μm gewählt wird, da ansonsten Probleme beim Bonden der Halbleiterchips 7 auf den Chipkontaktflächen 6 und beim Bonden der Bonddrähte 5 auftreten können. Außerdem schrumpfen übliche Vergußharze beim Aushärten, weshalb die ausgehärteten Mikrolinsen ohnehin

25

etwa 6% kleiner sind als die entsprechenden Formen der Mikrolinsenform 24.

Patentansprüche

1. Strahlungsquelle mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Strahlung emittierenden Halbleiterchips (7),
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß in Abstrahlrichtung vor den Halbleiterchips (7) ein Feld von ein hexagonales Gitter bildenden Linsen (8) angeordnet ist.
- 10 2. Strahlungsquelle nach Anspruch 1,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß die Linsen (8) von Halbkugeln gebildet sind.
- 15 3. Strahlungsquelle nach Anspruch 1 oder 2,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß die Linsen (8) im hexagonal dichtesten Gitter angeordnet sind.
- 20 4. Strahlungsquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß der Umriß des Gitters eine hexagonale Gestalt aufweist.
- 25 5. Strahlungsquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß die Halbleiterchips (7) zeilenweise gebondet sind.
- 30 6. Strahlungsquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß Farbgruppen von Halbleiterchips (7) ihr Emissionsmaximum bei unterschiedlichen Wellenlängen aufweisen.
- 35 7. Strahlungsquelle nach Anspruch 6,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß die Farbgruppen zeilenweise angeordnet sind.

10

8. Verfahren zur Herstellung einer zur Fertigung eines Fel-
des von Mikrolinsen (8) geeigneten Linsenform (24),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Linsenform (24) an einer von einer hexagonalen
5 Fassung (21) gehaltenen Schar von dichtliegenden Kugeln
(22) abgeformt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 daß die Linsenform (24) aus Silikon abgegossen wird.

FIG 1

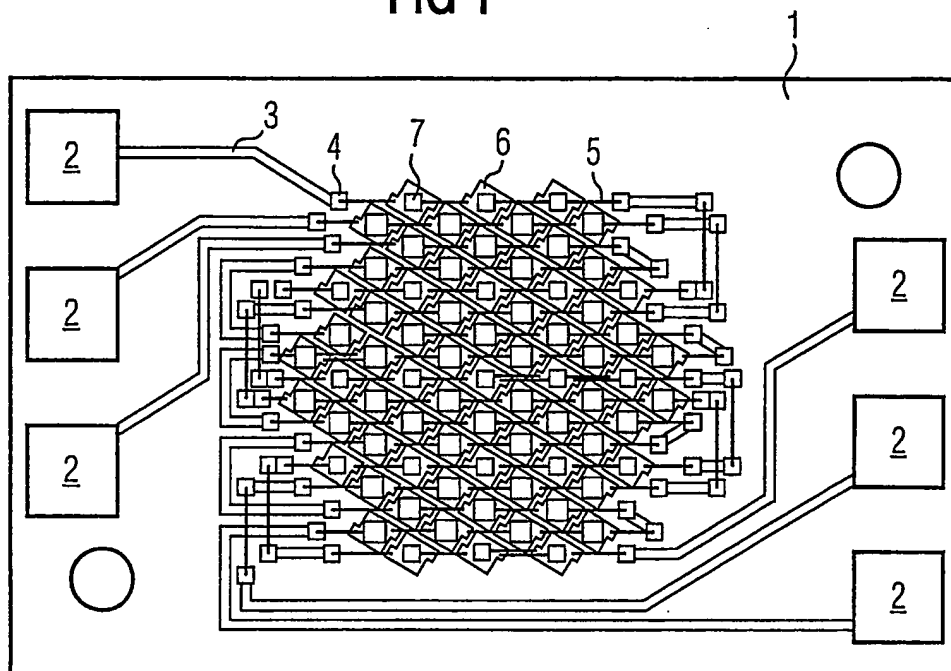


FIG 2

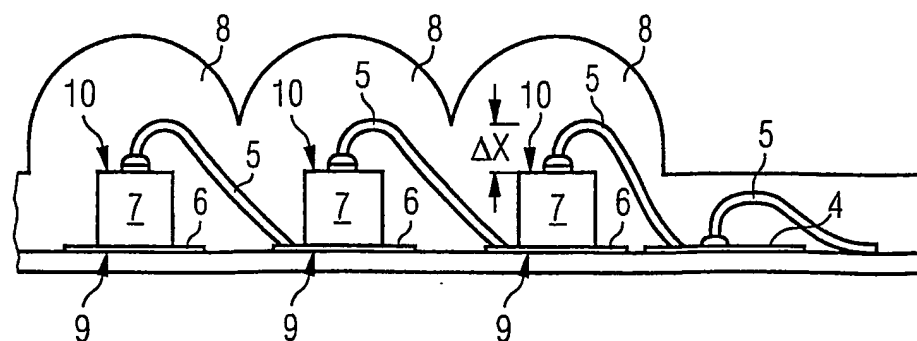
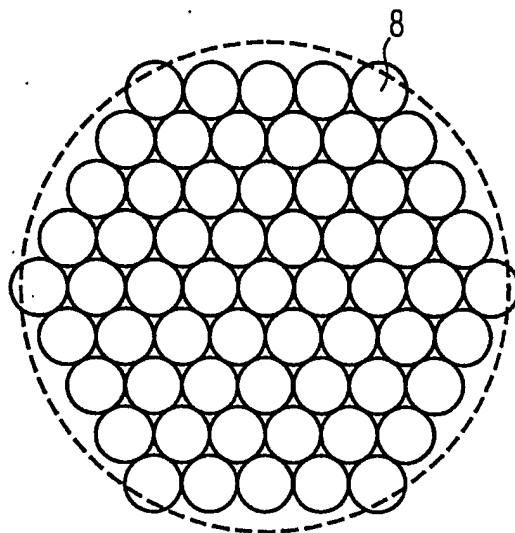


FIG 3



3/5

FIG 4

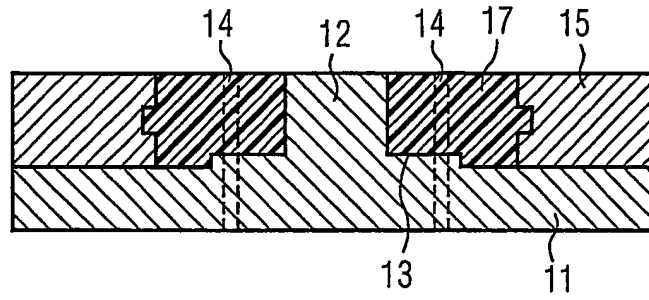
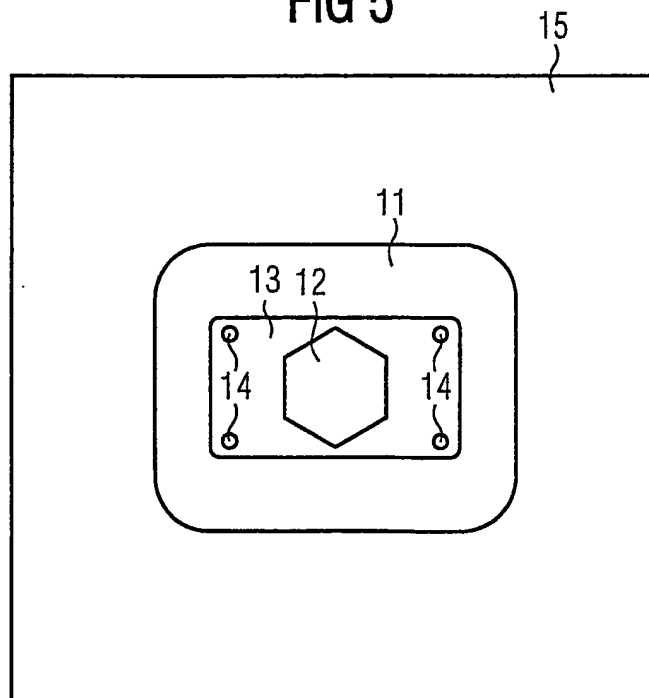


FIG 5



4/5

FIG 6

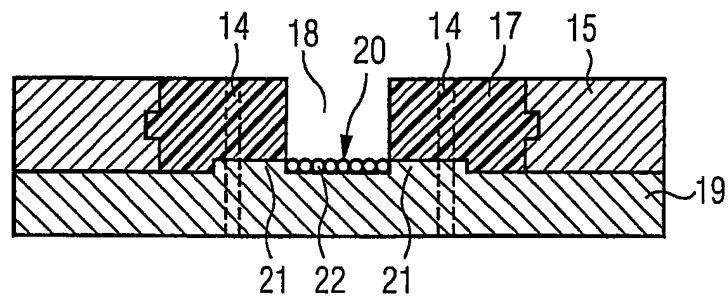
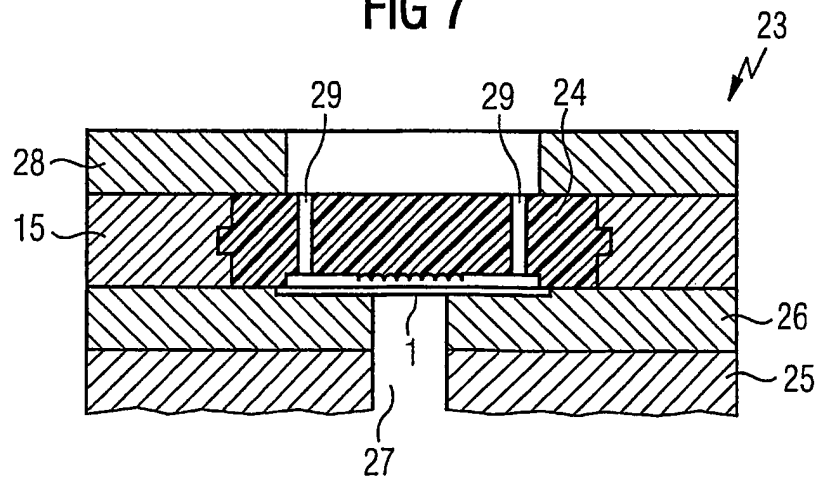


FIG 7



5/5

